





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 199 37 139 C 1

51 Int. Cl. 7:  
F 02 D 41/40

21 Aktenzeichen: 199 37 139.3-26  
22 Anmeldetag: 6. 8. 1999  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 5. 4. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
MTU Motoren- und Turbinen-Union  
Friedrichshafen GmbH, 88045 Friedrichshafen, DE

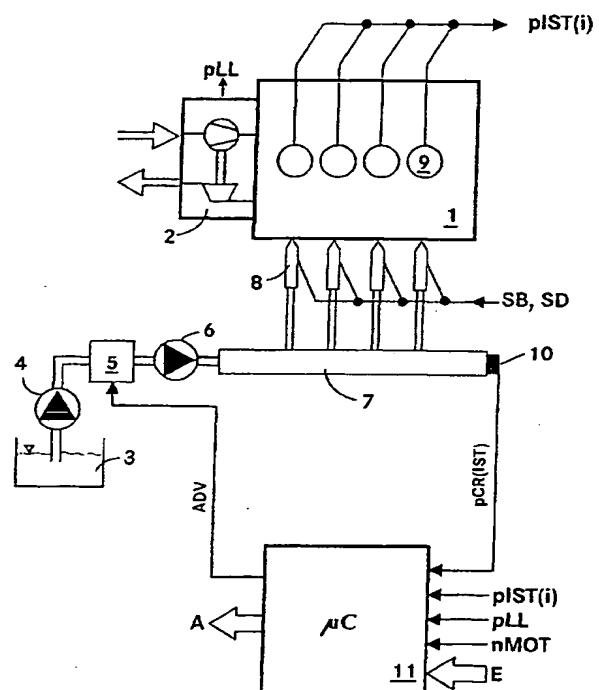
72 Erfinder:  
Spägle, Thomas, Dr., 88069 Tettnang, DE; Dölker,  
Armin, Dipl.-Ing., 88090 Immenstaad, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 197 50 226 C1  
DE-PS 30 23 350

54 Verfahren und Einrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine

57 Für eine Brennkraftmaschine (1), die als Schiffs- oder Generatorantrieb dient, wird vorgeschlagen, bei einem Betrieb im Bereich des Nennleistungspunkts mit auftretender signifikanter Laständerung am Abtrieb den Einspritzbeginn (SB) nach spät zu verstellen. Als signifikante Laständerung am Abtrieb ist das Austauschen des Schiffsantriebs bzw. die Lastabschaltung im Generatorbetrieb zu verstehen. Über die Einspritzbeginnverstellung nach spät wird der Vorteil erzielt, daß die Drehzahlregelung zusätzlich unterstützt wird.



Express Label No.  
EV342541950US

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Einrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, bei der ein Einspritzbeginn in Abhängigkeit von Eingangsgrößen bestimmt wird.

Eine derartige Einrichtung ist beispielsweise aus der DE 42 08 002 A1 bekannt. Bei dem hierin beschriebenen System wird der Einspritzbeginn in Abhängigkeit einer einzuspritzenden Kraftstoffmenge und einer weiteren Eingangsgröße, z. B. Motordrehzahl, bestimmt. Bei einer als Schiffs- oder Generatorantrieb verwendeten Brennkraftmaschine tritt das Problem auf, daß sich die Last am Abtrieb unvermittelt verringern kann, z. B. beim Austauschen des Schiffsantriebs. Bekanntermaßen werden diese Brennkraftmaschinen im Nennleistungspunkt betrieben. Für den Nennleistungspunkt garantiert der Hersteller der Brennkraftmaschine die maximale Motorleistung für den Dauerbetrieb. Da der Nennleistungspunkt in Abhängigkeit der Kraftstoffqualität und verwendeten Antriebsanlage variiert, gibt der Hersteller zusätzlich den Bereich an, innerhalb dem der Nennleistungspunkt liegen kann. Eine signifikante Laständerung am Abtrieb, im Sinne eines Lastabwurfs, bewirkt eine sich rasch erhöhende Motordrehzahl. Aufgrund des geringen Drehzahlunterschieds vom Motordrehzahlwert im Nennleistungspunkt zur Maximaldrehzahl ist die Zeitspanne für die Drehzahlregelung zu gering um ein Überschreiten der Maximaldrehzahl zu verhindern. Die Drehzahlregelung über die Soll-Einspritzmenge ist in diesem Fall kein wirksamer Schutz. Als Zwangsmaßnahme erfolgt mit Überschreiten der Maximaldrehzahl eine Schnellabschaltung der Brennkraftmaschine und ein Diagnoseeintrag.

Aus der DE 30 23 350 C2 ist eine Drehzahlregelung für eine Brennkraftmaschine bekannt. Bei dieser Drehzahlregelung ist ein schneller Drehzahlregler vorgesehen um die Reaktionszeit bei einem Lastabwurf zu verbessern. Zur Vermeidung von Instabilitäten des Drehzahlreglers sind Kennfelder mit einer Kennfeld-Umschaltung integriert. Über diese Kennfelder wird eine Zwangssteuerung des Drehzahlreglers realisiert, indem bei zu großen Schwankungen der Stellgröße, hier der Einspritzmenge, der Reglereingang auf eine feste Regelabweichung gesetzt wird.

Aus der DE 197 50 226 C1 ist ebenfalls eine Brennkraftmaschine mit Kennfeld-Umschaltung bekannt, wobei über die Kennfeld-Umschaltung ein Mager- oder Fett-Betrieb der Brennkraftmaschine realisiert wird. Zusätzlich ist eine Einspritzbeginn-Verstellung vorgesehen. Zweck der Kennfeldumschaltung ist jedoch nicht die Reaktion auf einen Lastabwurf, sondern die Verbesserung des Regenerationsprozesses eines Katalysators der Brennkraftmaschine.

Ausgehend vom zuvor beschriebenen Stand der Technik und der dargestellten Problematik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde einen sicheren Betrieb der Brennkraftmaschine zu gewährleisten.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß für eine im Bereich des Nennleistungspunkts betriebene Brennkraftmaschine dadurch gelöst, daß eine signifikante Laständerung am Abtrieb der Brennkraftmaschine erkannt wird, wenn die Motordrehzahl einen ersten Grenzwert übersteigt. Unter signifikanter Laständerung ist im Sinne der Erfindung ein Lastabwurf zu verstehen. Mit Erkennen der Laständerung wird sodann der Einspritzbeginn nach spät, im Sinne von kleineren Kurbelwellenwinkel-Werten vor dem oberen Totpunkt, verstellt. Hierzu weist das Kennfeld für den Einspritzbeginn einen ersten und zweiten Bereich auf. Der erste Bereich ist über Motordrehzahlwerte, die kleiner als der erste Grenzwert sind und der zweite Bereich über Motordrehzahlwerte, die größer als der erste Grenzwert sind, definiert. Das Kenn-

feld ist im zweiten Bereich derart ausgestaltet, daß jedem Wert der Motordrehzahl ausschließlich ein Wert des Einspritzbeginns zugeordnet ist.

Alternativ ist eine Kennfeldumschaltung vorgesehen, wonach im Nennleistungspunkt der Einspritzbeginn nach einem ersten Kennfeld und mit Erkennen der signifikanten Laständerung der Einspritzbeginn nach einem zweiten Kennfeld bestimmt wird, wobei das zweite Kennfeld wie zuvor beschrieben ausgestaltet ist.

Über die besondere Ausgestaltung des Kennfelds für den Einspritzbeginn wird der Vorteil erzielt, daß die Drehzahlregelung zusätzlich unterstützt wird. Hierdurch wird verhindert, daß die Motordrehzahl die kritische Maximaldrehzahl erreichen kann. Da für die Umsetzung des Kennfelds keine zusätzlichen Eingangsgrößen benötigt werden, ist dieses einfach in das existierende Programm zu integrieren.

In den Figuren ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 Systemfahrbild

Fig. 2 Blockschaltbild

Fig. 3 Blockschaltbild

Fig. 4 erstes Kennfeld

Fig. 5 zweites Kennfeld

Fig. 6 Ausschnitt erstes Kennfeld

Fig. 7 Ausschnitt zweites Kennfeld

Fig. 8A, 8B und 8C Zustandsdiagramm

Fig. 9 Programmablaufplan

In Fig. 1 ist ein Blockschaltbild einer Brennkraftmaschine mit Speichereinspritzsystem (Common-Rail) dargestellt. Dieses zeigt eine Brennkraftmaschine 1 mit Turbolader und Ladeluftkühler 2, ein elektronisches Motorsteuergerät 11, eine erste Pumpe 4, eine zweite Pumpe 6, einen Hochdruckspeicher (Rail) 7, daran angeschlossene Injektoren 8 und ein Drosselventil 5. Die erste Pumpe 4 fördert aus einem Kraftstofftank 3 den Kraftstoff via dem Drosselventil 5 zur zweiten Pumpe 6. Diese wiederum fördert den Kraftstoff unter hohem Druck in den Hochdruckspeicher 7. Das Druckniveau des Hochdruckspeichers 7 wird über einen Rail-Drucksensor 10 erfaßt. Aus dem Hochdruckspeicher 7 zweigen Leitungen mit daran angeschlossenen Injektoren 8 für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine 1 ab.

Das elektronische Motorsteuergerät 11 steuert und regelt den Zustand der Brennkraftmaschine 1. Dieses weist die üblichen Bestandteile eines Mikrocomputersystems auf, beispielsweise Mikroprozessor, I/O-Bausteine, Puffer und Speicherbausteine (EEPROM, RAM). In den Speicherbausteinen sind die für den Betrieb der Brennkraftmaschine 1 relevanten Betriebsdaten in Kennfeldern/Kennlinien appliziert. Die Eingangsgrößen des elektronischen Motorsteuergeräts 11 sind: Druck des Zylinderraums pIST(i), der mittels Drucksensoren 9 gemessen wird, Druck pCR(IST) des Hochdruckspeichers 7, Druckniveau pLL des Turboladers mit Ladeluftkühler 2 und Drehzahl nMOT der Brennkraftmaschine 1. Die weiteren für den Betrieb der Brennkraftmaschine 1 relevanten Eingangsgrößen sind mit dem Bezugszeichen E dargestellt. Als Ausgangsgrößen A des elektronischen Motorsteuergeräts 11 sind die Ansteuersignale für die Injektoren 8, entsprechend dem Einspritzbeginn SB und der Einspritzdauer SD, und das Ansteuersignal ADV für das Drosselventil 5 dargestellt. Über das Drosselventil 5 wird der Zulauf zur zweiten Pumpe 6 eingestellt.

In Fig. 2 ist ein Blockschaltbild zur Bestimmung des Einspritzbeginns SB dargestellt. Die Eingangsgrößen sind hierbei: Ist-Motordrehzahl nMOT, Soll-Motordrehzahl nMOT(SW) und das Druckniveau pCR(IST) des Hochdruckspeichers 7. Die Ausgangsgrößen des Blockschaltbilds sind der Einspritzbeginn SB, der Einspritzdruck bzw. das Ansteuersignal ADV und die Einspritzdauer SD. Ein Regler

12 bestimmt aus der Regelabweichung, entsprechend dem Soll/Ist-Vergleich der Motordrehzahl, eine Solleinspritzmenge  $qV_0$ . Diese wird über einen Funktionsblock Minimalwert 13 limitiert. Hierzu enthält der Funktionsblock 13 ein Kennfeld. Die Eingangsgrößen E des Kennfelds sind z. B. die Motordrehzahl  $nMOT$  und der Ladeluftdruck  $pLL$ . Die Ausgangsgröße  $qV$  des Funktionsblocks Minimalwert 13 ist als Eingangsgröße auf einen Funktionsblock Einspritzdauer 14, Funktionsblock Einspritzdruck 15 und Funktionsblock Einspritzbeginn 16 geführt. Der Funktionsblock Einspritzdauer 14 erhält als weitere Eingangsgröße das Druckniveau  $pCR(IST)$  des Hochdruckspeichers 7. Die Ausgangsgröße des Funktionsblocks Einspritzdauer 14 ist das Signal SD. Der Funktionsblock Einspritzdruck 15 erhält als weitere Eingangsgröße die Motordrehzahl  $nMOT$ . Ausgangsgröße ist das Ansteuersignal ADV, der Einspritzdruck, für das Drosselventil 5. Für das weitere Verständnis der Erfindung sind die Funktionsblöcke 14 und 15 nicht wesentlich, so daß auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet wird. Über den Funktionsblock Einspritzbeginn 16 wird der Einspritzbeginn SB bestimmt. Der Funktionsblock Einspritzbeginn 16 beinhaltet ein Kennfeld, nachfolgend als zweites Kennfeld KF2 bezeichnet. Das zweite Kennfeld wird in Verbindung mit der Fig. 5 erklärt.

In Fig. 3 ist ein weiteres Blockschaltbild zur Bestimmung eines Einspritzbeginns SB dargestellt. Dieses kann alternativ zu der Ausführung gemäß Fig. 2 angewendet werden. Das Blockschaltbild gemäß der Fig. 3 unterscheidet sich zu dem der Fig. 2 durch einen weiteren Funktionsblock Einspritzbeginn 17 und einem Umschalter S. Der Funktionsblock Einspritzbeginn 17 enthält ein Kennfeld, nachfolgend als erstes Kennfeld KF1 bezeichnet.

Das erste Kennfeld wird in Verbindung mit der Fig. 4 erklärt. Bei einem Betrieb im Nennleistungspunkt wird der Einspritzbeginn SB über das erste Kennfeld KF1 berechnet.

Der Softwareschalter S befindet sich somit in der gezeichneten Stellung. Überschreitet nun die Motordrehzahl  $nMOT$  den ersten Grenzwert  $GW_1$ , so wird dies als eine signifikante Laständerung interpretiert. Mit Erkennen der Laständerung wechselt der Softwareschalter S in die andere Stellung, so daß der Einspritzbeginn SB mittels des zweiten Kennfelds KF2 berechnet wird. Für die Funktionsblöcke 12 bis 15 gilt das unter Fig. 2 Gesagte.

Bei den in den Fig. 4 bis 9 dargestellten Beispielen wird davon ausgegangen, daß die Brennkraftmaschine 1 im Bereich des Nennleistungspunkts betrieben wird und während des Aus- bzw. Eintauchens die Leistungswunsch-Vorgabe, z. B. mittels Wählhebels, konstant bleibt.

In Fig. 4 ist das erste Kennfeld KF1 dargestellt. Hierbei sind als Eingangsgrößen auf der Abszisse die Motordrehzahl  $nMOT$  und auf der Ordinate die Einspritzmenge  $qV$  aufgetragen. Das erste Kennfeld enthält Linien F1 bis F6 konstanten Einspritzbeginns SB. Zum Beispiel definiert die Linie F1 einen Einspritzbeginn von 19 Grad vor dem oberen Totpunkt (OT). Als gestrichelte Linie eingezeichnet ist eine Drehzahlbegrenzungskurve DBR. Mit dem Bezugszeichen BPN ist ein Bereich bezeichnet. Innerhalb dieses Bereichs liegt der Nennleistungspunkt PN. In der Praxis beträgt dieser Bereich zum Beispiel 100 Umdrehungen. Der Nennleistungspunkt PN ergibt sich aus dem Abszissenwert  $n(PN)$  und dem Ordinatenwert  $qV(PN)$ . Aus der Lage des Nennleistungspunkts PN ergibt sich ein Einspritzbeginn SB gemäß der Linie F5, d. h. 11 Grad vor OT.

Für diesen Nennleistungspunkt PN garantiert der Hersteller der Brennkraftmaschine die maximale Motorleistung für den Dauerbetrieb. Wie durch eine strichpunktierte Linie in Fig. 4 dargestellt, besteht das erste Kennfeld KF1 aus einem ersten Bereich I und einem zweiten Bereich II. Der erste Be-

reich erstreckt sich von der Leerlaufdrehzahl bis zum ersten Grenzwert  $GW_1$ . Motordrehzahlwerte  $nMOT$  größer dem ersten Grenzwert  $GW_1$  definieren den zweiten Bereich II. In der Praxis werden die Linien F1 bis F6 im ersten Bereich I auf dem Prüfstand ermittelt. Für den zweiten Bereich II werden diese Linien F1 bis F6 extrapoliert, da die Brennkraftmaschine unter stationären Gesichtspunkten den zweiten Bereich II nicht erreicht.

Tritt nun bei einem Betrieb im Bereich des Nennleistungspunkts PN eine signifikante Laständerung am Abtrieb der Brennkraftmaschine auf, so vergrößert sich die Motordrehzahl  $nMOT$  rasch. Eine signifikante Laständerung am Abtrieb tritt im Schiffsbetrieb dann auf, wenn der Schiffsantrieb aufgrund von Wellengang austauscht. Beim Generatorbetrieb entspricht dies einer Lastabschaltung. Für die weitere Erklärung sei auf die Fig. 6 verwiesen, welche einen Ausschnitt des ersten Kennfelds KF1 zeigt. Die Motordrehzahl  $nMOT$  entwickelt sich vom Punkt PN nach A, da der Regler 12 nicht in der Lage ist, die sich ergebende Regelabweichung innerhalb eines so kurzen Zeitraums auszuregeln. Im Punkt A überschreitet diese die Drehzahlbegrenzungskurve DBR. Das Überschreiten der Drehzahlbegrenzungskurve DBR bewirkt jedoch keine unmittelbare Änderung des Verlaufs der Motordrehzahl. Der Grund hierfür ist, daß das vom elektronischen Motorsteuergerät 11 für die Kennfelder verwendete Motordrehzahlssignal  $nMOT$  gegenüber dem sensierten Signal gefiltert und zeitverzögert ist. Für die Filterung wird zum Beispiel ein 2-Umdrehungs-Filter verwendet. Die Zeitverzögerung resultiert aus der Abtastregelung. Im Punkt B kommt die Drehzahlbegrenzungskurve zum Tragen, so daß die Einspritzmenge  $qV$  auf den Wert des Punktes C,  $qV(C)$ , gesetzt wird. Die Einspritzmenge  $qV(C)$  kann 0 sein. Der Einspritzbeginn im Punkt A und B liegt auf der Linie F6. Der Einspritzbeginn SB des Punktes C liegt auf der Linie F2. Der Einspritzbeginn SB verändert sich somit von 10 Grad vor OT nach 16 Grad vor OT, d. h. nach früh. Mit anderen Worten: Der Leistungsverringern durch die Verringerung der Einspritzmenge  $qV$  läuft die Einspritzbeginnvorstellung nach früh entgegen.

In Fig. 5 ist das zweite Kennfeld KF2 dargestellt. Der Bereich I entspricht hierbei dem Bereich I des ersten Kennfelds. Der Bereich II enthält Linien gleichen Einspritzbeginns F5, F7, F8 und F9, die ordinatorienparallel dargestellt sind. Selbstverständlich können diese Linien auch geneigt verlaufen. Für das zuvor beschriebene Beispiel des Austauchens bzw. Lastabschaltung im Generatorbetrieb sei auf die Fig. 7 verwiesen, die einen Ausschnitt des zweiten Kennfelds KF2 zeigt. Wie zuvor beschrieben bewegt sich die Motordrehzahl  $nMOT$  bei Laständerung entlang der Linie PN, A, B und C. Im Unterschied zur Fig. 6 besitzt jedoch der Punkt A einen Einspritzbeginn-Wert von 6 Grad vor OT bzw. der Punkt C einen Einspritzbeginn-Wert von 2 Grad vor OT. Die Einspritzbeginn-Werte des zweiten Kennfelds KF2 liegen somit gegenüber dem ersten Kennfeld bei kleineren Werten, d. h. der Einspritzbeginn wird nach spät gestellt.

Über die Ausgestaltung des zweiten Kennfelds wird somit der Vorteil erzielt, daß bei signifikanter Laständerung am Abtrieb die Drehzahlregelung zusätzlich unterstützt wird.

Die Fig. 8A bis 8C zeigen ein Zustandsdiagramm jeweils über der Zeit. Hierbei zeigt Fig. 8A die Leistung P am Abtrieb der Brennkraftmaschine, z. B. die Leistung am Wasserjet-Antrieb. Die Fig. 8B zeigt die Motordrehzahl  $nMOT$ . Die Fig. 8C zeigt den Zylinderinnendruck  $pIST(i)$ . In den Fig. 8B und 8C sind zwei Beispiele für den Fall einer signifikanten Laständerung am Abtrieb dargestellt. Die durchgezogene Linie zeigt jeweils einen Verlauf wie er sich bei aus-

schließlicher Verwendung des ersten Kennfelds KF1 ergibt. Die strichpunktierte Linie zeigt jeweils einen Verlauf wie er sich bei Verwendung des zweiten Kennfelds KF2 bzw. bei Umschaltung vom ersten KF1 auf das zweite Kennfeld KF2 ergibt.

Zum Zeitpunkt t1 tritt eine Laständerung am Abtrieb auf. Hierdurch ändert sich die Leistung P vom Wert P2 auf den Wert P1. Aufgrund der Laständerung beginnt sich die Motordrehzahl nMOT ausgehend vom Nennleistungspunkt PN in Richtung des Punktes A zu erhöhen. Gleichzeitig vergrößert sich der Zylinderinnendruck pIST(i) ebenfalls vom Nennleistungspunkt PN in Richtung des Punktes G. Die Laständerung wird erkannt, wenn die Motordrehzahl den ersten Grenzwert GW1 übersteigt ( $nMOT > GW1$ ). Zum Zeitpunkt t2 erreicht die Motordrehzahl nMOT den Wert des Punktes A. Aufgrund der Drehzahlbegrenzungskurve DBR wird die Einspritzmenge qV auf 0 gesetzt. Die Einspritzmenge und die innere Motorreibung bewirken, daß sich die Motordrehzahl zu kleineren Werten in Richtung des Punktes B verändert. Analog hierzu verändert sich auch der Zylinderinnendruck in Richtung des Punktes H. Zum Zeitpunkt t3 wird nun davon ausgegangen, daß der Schiffsantrieb wieder eintaucht, d. h. der Signalverlauf der Fig. 8A verändert sich von P1 nach P2. Bedingt hierdurch verringert sich unmittelbar die Motordrehzahl nMOT auf das Niveau des Punktes C. Nach dem Zeitpunkt t3 versucht der Regler auf den Motordrehzahlwert des Nennleistungspunktes PN zu regeln, d. h. die Motordrehzahl verändert sich in Richtung des Punktes D bzw. der Zylinderinnendruck in Richtung des Punktes J.

Wird nun anstelle des ersten Kennfelds KF1 das zweite Kennfeld KF2 verwendet, so verläuft die Motordrehzahl nMOT gemäß Fig. 8B entsprechend der Linie mit den Punkten PN, E und F. Der Zylinderinnendruck pIST(i) verläuft entsprechend der Linie mit den Punkten PN, K und H. Wie in Fig. 8B dargestellt bleibt die Motordrehzahl nMOT am Punkt E unterhalb des Wertes des Punktes A. Diese Differenz Diff(n) beträgt in der Praxis 50 bis 100 Umdrehungen. Das Wiedereintauchen wird erkannt, wenn die Motordrehzahl einen zweiten Grenzwert GW2 unterschreitet ( $nMOT < GW2$ ). Im Punkt F erreicht die Motordrehzahl nMOT den Nennleistungspunkt PN wieder. Wie in Fig. 8C dargestellt erreicht der Zylinderinnendruck pIST(i) seinen Maximalwert in Punkt K. Die Differenz Diff(p) zwischen dem Punkt G und K beträgt in der Praxis ca. 15 bar.

Für die Praxis kann die Erfindung so ausgeführt sein, daß ausschließlich das zweite Kennfeld KF2 verwendet wird. Alternativ kann auch die Kennfeldumschaltung gemäß Fig. 3 verwendet werden, d. h. im Nennleistungspunkt wird der Einspritzbeginn nach dem ersten Kennfeld KF1 und bei signifikanter Laständerung der Einspritzbeginn gemäß dem zweiten Kennfeld KF2 berechnet. Mit Unterschreiten des zweiten Grenzwerts GW2 wird dann wieder auf das erste Kennfeld KF1 gewechselt.

Fig. 9 zeigt einen Programmablaufplan für den Fall der Kennfeld-Umschaltung. Der Programmdurchlauf wird nach Initialisierung des elektronischen Motorsteuergeräts 11 begonnen. Bei Schritt S1 wird das erste Kennfeld KF1 gesetzt. Im Schritt S2 wird die Motordrehzahl nMOT eingelesen. Beim Schritt S3 wird geprüft ob der Schiffsantrieb eintaucht. Dies wird erkannt, wenn die Motordrehzahl nMOT den ersten Grenzwert GW1 übersteigt. Ist die Abfrage negativ, so wird bei Schritt S4 eine Warteschleife durchlaufen. Ist die Abfrage im Schritt S3 positiv, so wird bei Schritt S5 das zweite Kennfeld KF2 aktiviert. Durch die Ausgestaltung des zweiten Kennfelds KF2, im zweiten Bereich, ergibt sich eine Veränderung des Einspritzbeginns SB nach spät. Wie in den Fig. 5 und 7 dargestellt ist der Einspritzbeginn SB somit lediglich eine Funktion der Motordrehzahl nMOT. Bei

Schritt S6 wird geprüft ob Eintauchen vorliegt. Das Wiedereintauchen wird erkannt, wenn die Motordrehzahl nMOT nach festgestelltem Austauschen den zweiten Grenzwert GW2 unterschreitet. Ist dies nicht der Fall, so wird mit Schritt S7 eine Warteschleife und Einlesen eines neuen Werts der Motordrehzahl nMOT durchlaufen. Bei positivem Prüfergebnis beginnt der Programmdurchlauf wieder bei S1.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Brennkraftmaschine
- 2 Turbolader
- 3 Kraftstofftank
- 4 erste Pumpe
- 5 Drosselventil
- 6 zweite Pumpe
- 7 Hochdruckspeicher (Rail)
- 8 Injektor
- 9 Drucksensor Zylinder
- 10 Rail-Drucksensor
- 11 Elektronisches Motorsteuergerät
- 12 Regler
- 13 Funktionsblock Minimalwert
- 14 Funktionsblock Einspritzdauer
- 15 Funktionsblock Einspritzdruck
- 16 Funktionsblock Einspritzbeginn (KF2)
- 17 Funktionsblock Einspritzbeginn (KF1)

#### Patentansprüche

1. Verfahren und Einrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine (1) bei der in Abhängigkeit von Eingangsgrößen, insbesondere einer Motordrehzahl (nMOT) und Einspritzmenge (qV) ein Einspritzbeginn ( $SB = f(nMOT, qV)$ ) bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einem Betrieb im Bereich (BPN) des Nennleistungspunktes (PN) eine signifikante Laständerung am Abtrieb der Brennkraftmaschine (1) erkannt wird, wenn die Motordrehzahl (nMOT) einen ersten Grenzwert (GW1) übersteigt ( $nMOT > GW1$ ) und mit Erkennen der signifikanten Laständerung der Einspritzbeginn (SB) nach spät, im Sinne von kleineren Kurbelwellenwinkel-Werten vor dem oberen Totpunkt, gestellt wird.
2. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Einspritzbeginn (SB) mittels eines Kennfelds (KF2) bestimmt wird ( $SB = f(KF2)$ ), das Kennfeld (KF2) einen ersten (I) und zweiten Bereich (II) aufweist, Motordrehzahl-Werte (nMOT) kleiner dem ersten Grenzwert (GW1) den ersten Bereich (I) definieren ( $nMOT < GW1$ ) und Motordrehzahlwerte (nMOT) größer dem ersten Grenzwert (GW1) den zweiten Bereich (II) definieren ( $nMOT > GW1$ ).
3. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Kennfeld (KF2) im zweiten Bereich (II) derart ausgestaltet ist, daß jedem Wert der Motordrehzahl (nMOT) ausschließlich ein Wert des Einspritzbeginns (SB) zugeordnet ist ( $SB = f(nMOT)$ ).
4. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Nennleistungspunkt (PN) der Einspritzbeginn (SB) nach einem ersten Kennfeld (KF1) bestimmt wird ( $SB = f(KF1)$ ), mit Erkennen der signifikanten Laständerung auf ein zweites Kennfeld (KF2) gewechselt wird und der Einspritzbeginn (SB) nach dem zweiten Kennfeld (KF2) bestimmt wird ( $SB = f(KF2)$ ), wobei das zweite Kennfeld (KF2)

derart ausgestaltet ist, daß jedem Wert der Motordrehzahl (nMOT) ausschließlich ein Wert des Einspritzbeginns (SB) zugeordnet ist ( $SB = f(nMOT)$ ).

5. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß Wiedereintauchen erkannt wird, wenn die Motordrehzahl (nMOT) kleiner einem zweiten Grenzwert (GW2) wird ( $nMOT < GW2$ ).

6. Verfahren und Einrichtung nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß mit Erkennen des Wiedereintauchens vom zweiten (KF2) wieder auf das erste Kennfeld (KF1) gewechselt wird.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

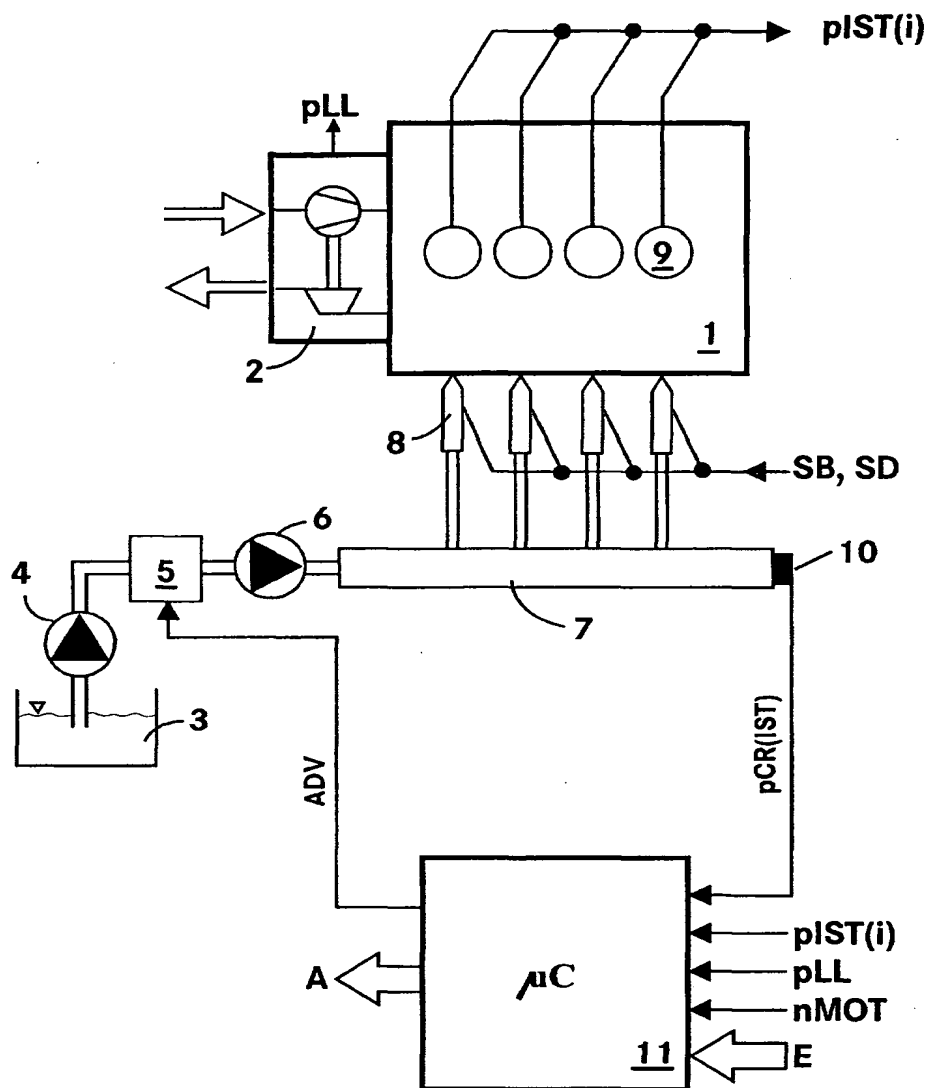


Fig. 1

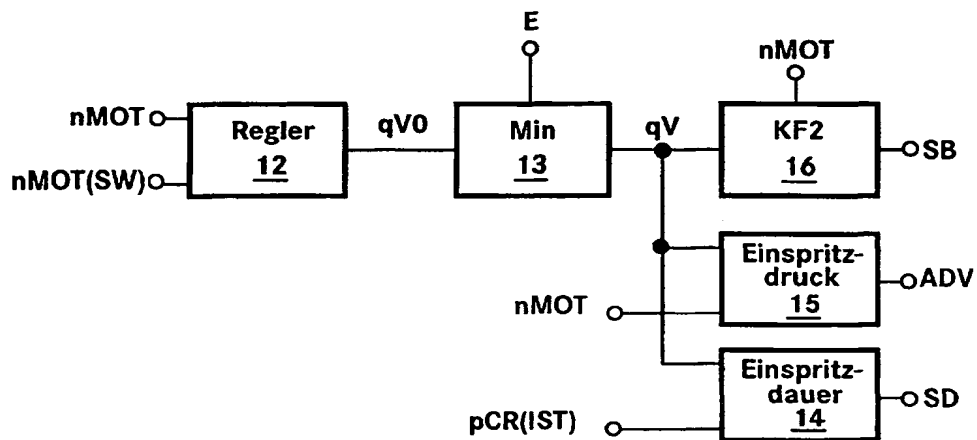


Fig. 2

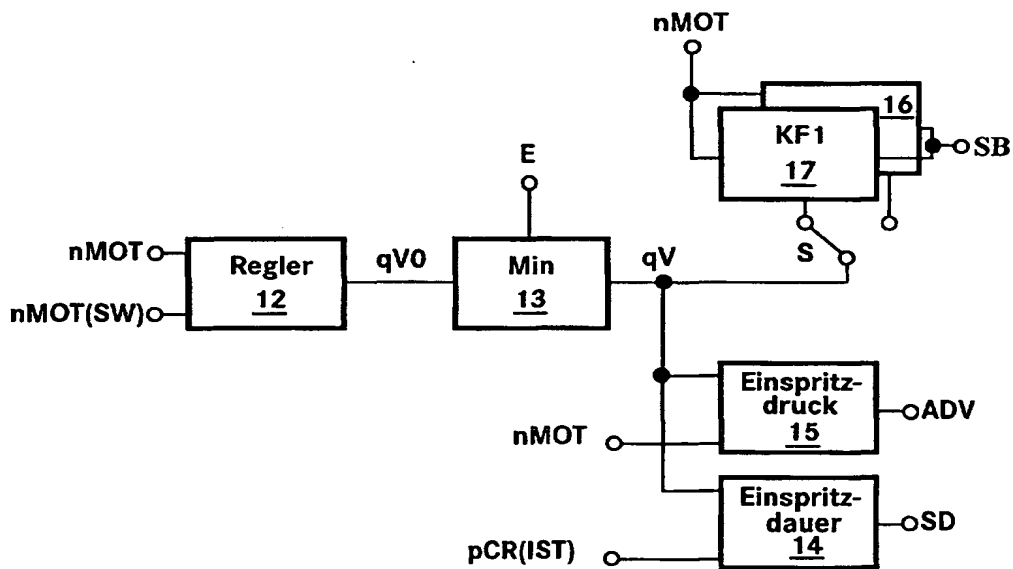


Fig. 3



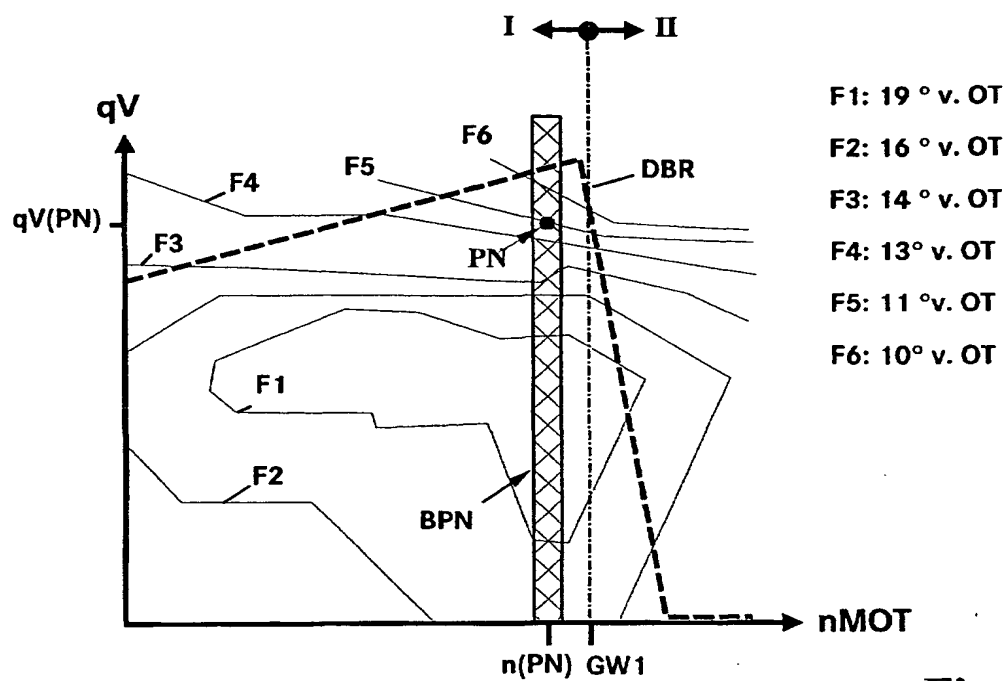


Fig. 4

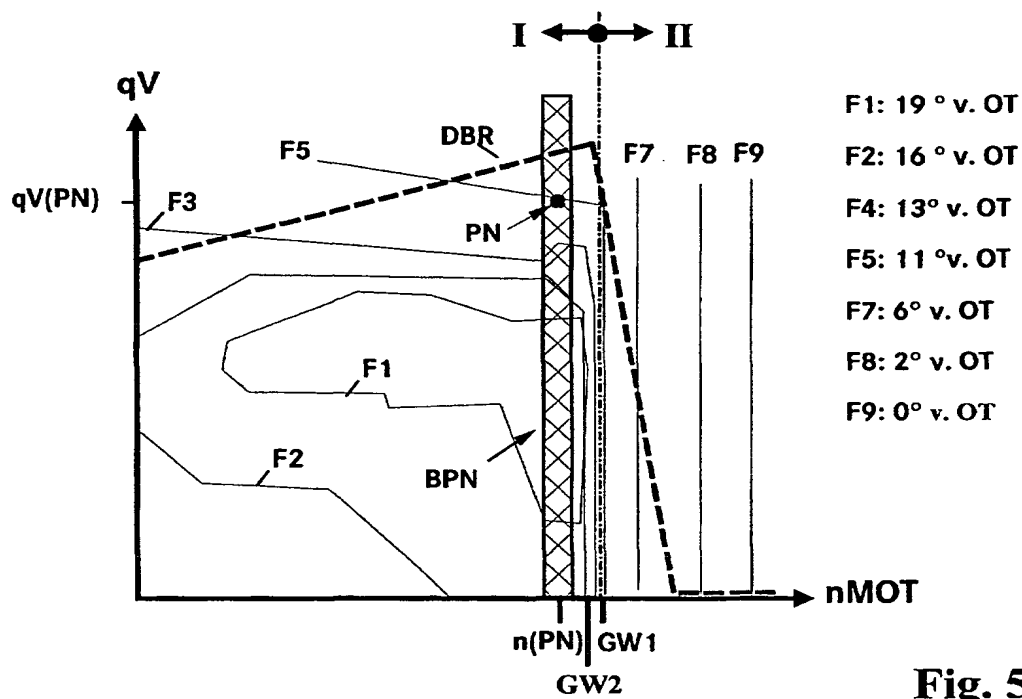
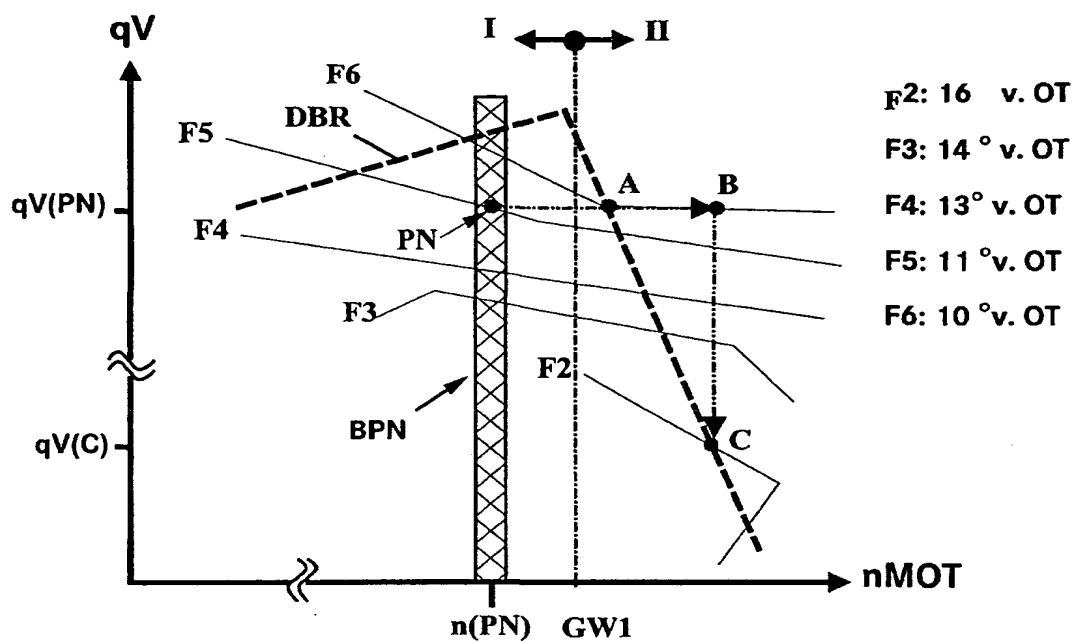
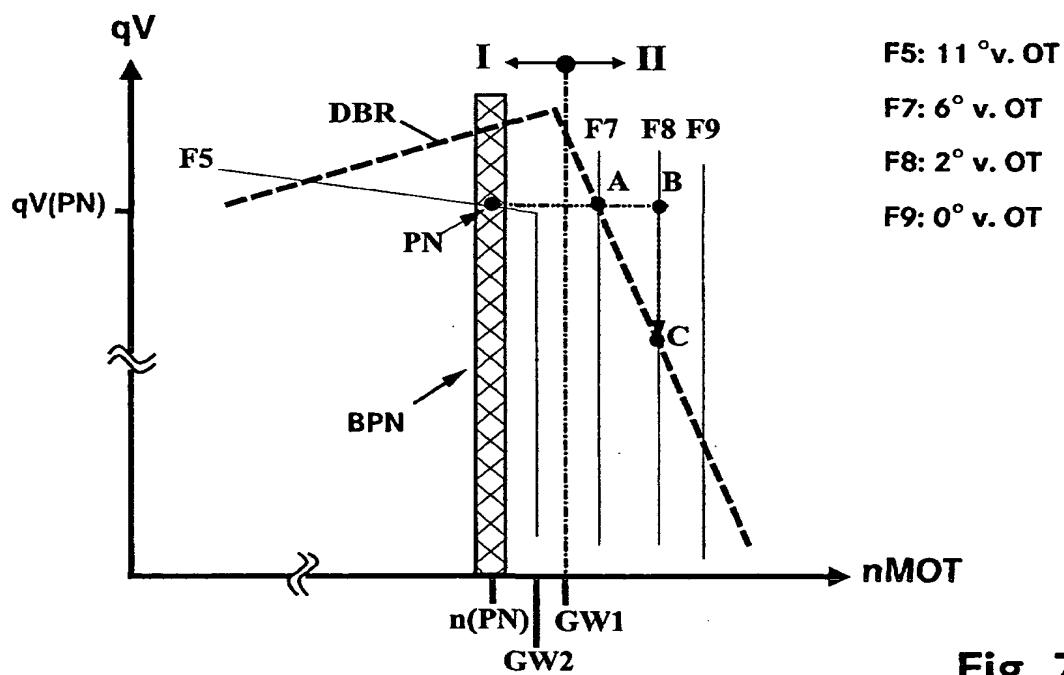


Fig. 5



**Fig. 6**



**Fig. 7**

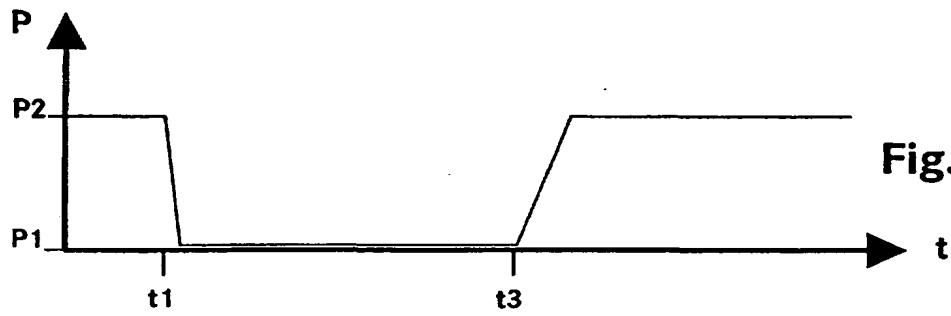


Fig. 8A

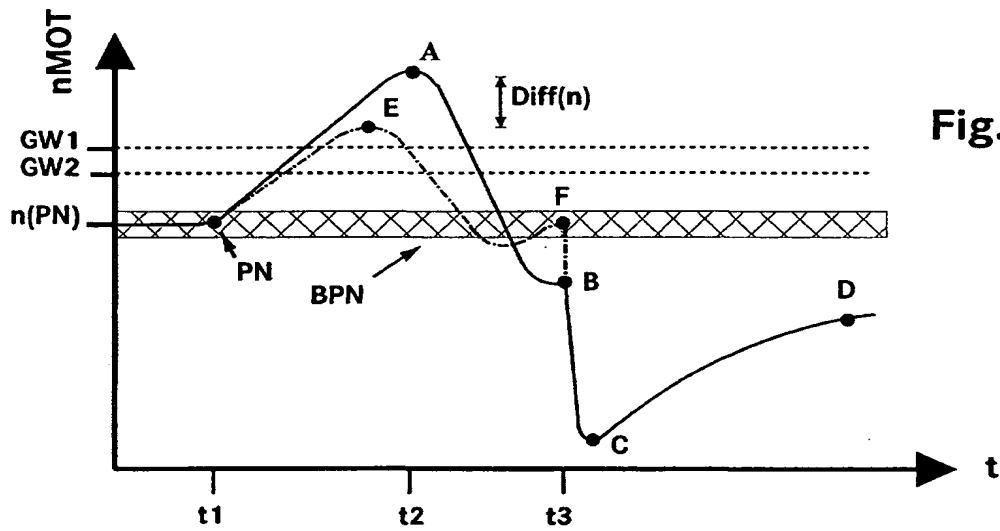


Fig. 8B

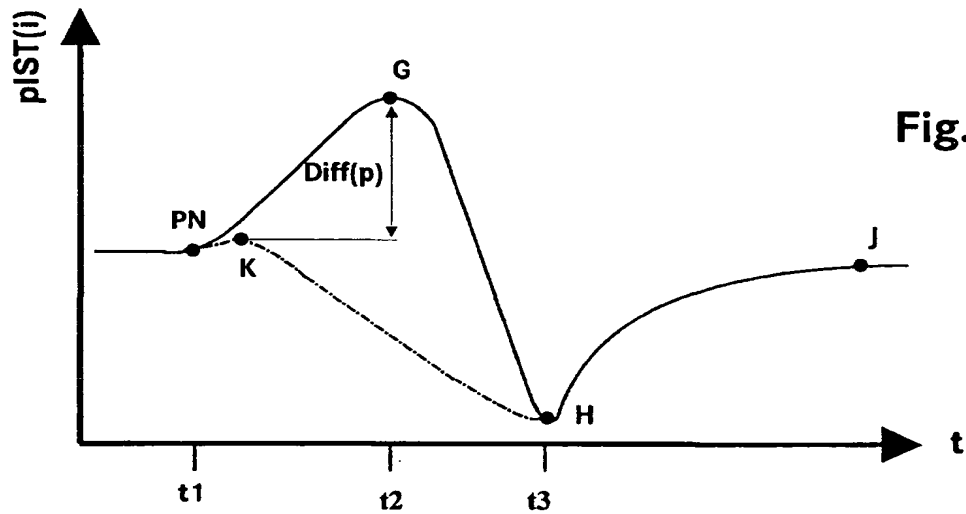


Fig. 8C

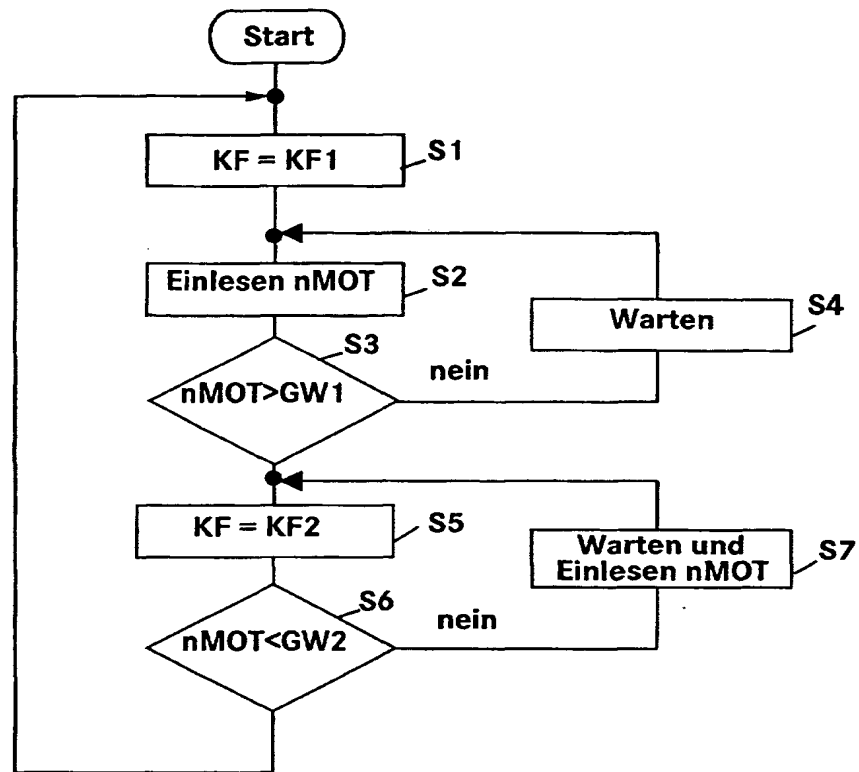


Fig. 9